

بسم الله الرحمن الرحيم

المؤتمر الخامس عشر للهندسة الميكانيكية
الاسكندرية – جمهورية مصر العربية
٣٠ مارس – ٢ أبريل ٢٠٠٥

التقنيات المتقدمة للنظافة الكيميائية في الصناعات المختلفة و دورها في تدعيم و زياده قدرتها التنافسيه

Advanced Chemical Cleaning Techniques in Industry and Role in Improving & Increasing it's Competitiveness

مهندس استشاري / تيمور مراد

مقدمه :-

جميع انواع المبادلات الحراريه من سخانات ، و مبردات ، و مكثفات ، و مبخرات ، و غلايات تعاني بشكل او بآخر من الترسبات العضويه و الغير عضويه ، و تتعرض للعطل نتيجة لترسيب طبقات الاملاح المختلفه او تراكم قشور اكاسيد الحديد و الصدأ علي الجدران الداخليه لمواسير تلك المبادلات الحراريه . و هذا يتسبب في اعاقه و اختناق سريان ماء التبريد او السائل المبرد خلال حزمه المواسير او مسارات التبريد ، مما ينتج عنه انخفاض في كفاءه التبادل الحراري للمعدّه ، و هذا يستلزم توقفها عن الخدمه لازاله الرواسب و تنظيف تلك المواسير ، او تغيير المواسير المسدوده ، او الاحلال بمبرد جديد اذا لزم الامر .

كذلك تتعرض محركات الديزل علي وجه العموم و محركات الاحتراق الداخلي ، لارتفاع الشديد في درجه الحراره ، الناتج عن ضيق و اختناق مجاري تبريد رؤوس السلندرات لاسباب المذكوره عاليه .

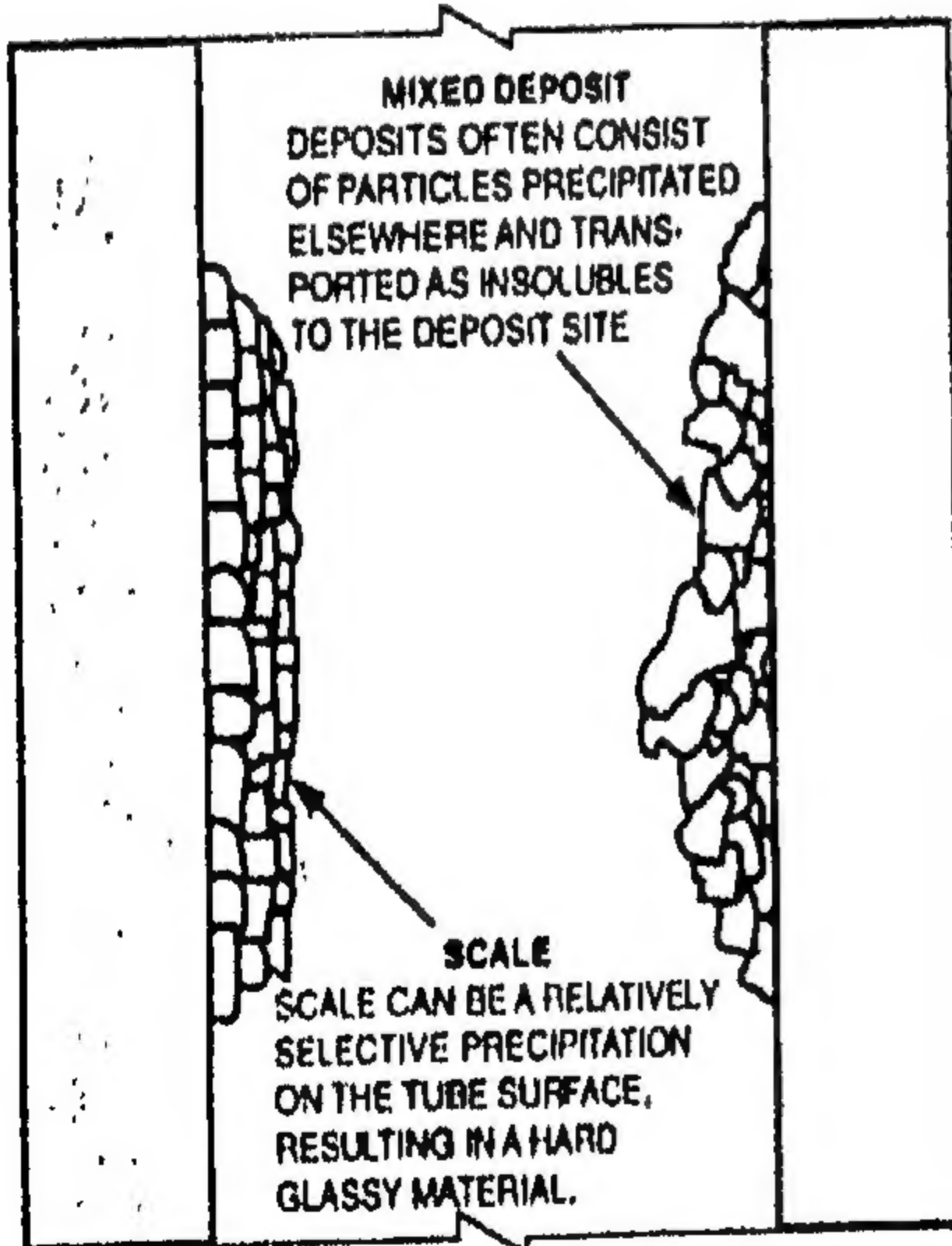


Figure 12-1. Boiler tube deposits can be crystalline or amorphous.

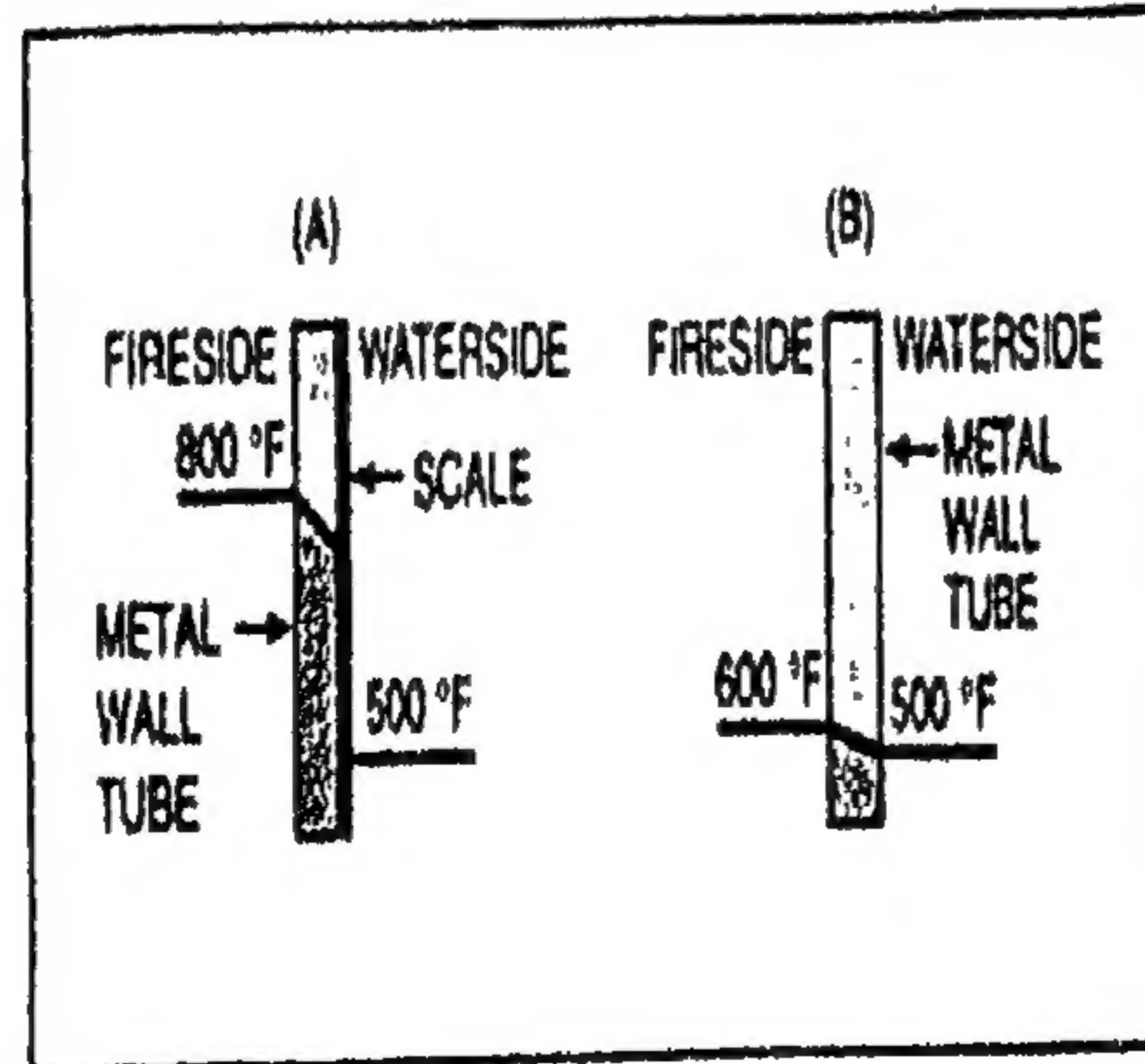


Figure 12-2. Deposition reduces heat transfer from boiler tube to boiler water, increasing the tube metal temperature. Tube metal overheating and failure can occur.



Figure 12-3—Oxidized Tube

اساليب النظافة التقليدية المتبعة حالياً في صيانته و اصلاح المبادلات الحرارية :-

يتم عادة ازاله طبقات الاملاح المترسبه او قشور اكاسيد الحديد او طبقات الصدأ المتراكمه داخل المبادلات الحرارية باحدى الطرق الآتية :-

١ - النظافة الميكانيكية ، وتنقسم الى :-

١ - اساليب نظافة هيدروليكية :-

و تنقسم الى نظافة هيدروليكية ذات ضغط متوسط او عالى او فوق العالى كما هو مبين بهذا الجدول. او كعامل مساعد مع الثقب الميكانيكى او الكسح الاسفنجى او الكسح الميكانيكى **Pigging**، او الكسح التربينى

Water Cleaning	١ - ١ نظافة بالماء الجارى او ضغط منخفض (٢٠ جوى)
High Pressure Water Cleaning	١ - ٢ نظافة بالماء ذو الضغط العالى (٧٠ - ٧٠٠ جوى)
Ultrahigh - Pressure Water Blasting	١ - ٣ نظافة فائقة الضغط العالى (٧٠٠ - ٢٢٠٠ جوى)

٢ - اساليب النظافة اليدوية وتنقسم الى :-

Rodding	٢-١ التنظيف بواسطة أسياخ الحديد
Drilling	٢-٢ التنظيف بالثقف
Sand blast	٢-٣ التنظيف بالرمل المضغوط
Pigging	٢-٤ التنظيف بالكسح
Turbining	٢-٥ التنظيف التربينى
Thermal or steam cleaning	٢-٦ النظافة الحرارية بالبخر

ساليب النظافة الميكانيكية :-

النظافة الميكانيكية المتقدمه باهظة التكاليف وتحتاج لمعدات عاليه التقنية ، و تشغيلها لا يخلو من المخاطر، لذلك فإن اطقم التشغيل عليها يجب أن يكونوا على درجة عاليه من التدريب والكفاءة، وعليه فإن تشغيلها يستلزم اتخاذ احتياطات أمن وسلامه عاليه، كما يجب إجراء تفتيش متكرر على المعدة للتأكد من سلامتها، هذا بالإضافة إلى أن هذه النظم لا تصلح لجميع أنواع المبادلات الحرارية ، بالإضافة إلى أن استخدام بعضها بطريقة غير سليمة يؤدى إلى تلف وثقب مواسير المبادل الحرارى او اصابه العاملين على تشغيلها باصابات خطيره قد تصل الي الوفاة. لذلك يجب توخى الحذر عند استخدام احدى هذه الطرق ومدى ملائمتها لطبيعة المعدة المطلوب نظافتها.

ب- النظافة الكيميائية:-

تتميز النظافة الكيميائية على النظافة الميكانيكية بالآتى:-

- كفاءة متوازنة فى ازالة الرواسب والمعوقات.
- عدم ضرورة حل ونقل المعده إلى ورشة النظافة فى بعض التطبيقات.
- ذات تكاليف أقل على وجه العموم.
- فترات أطول بين عمليات النظافة المتتابة.
- فى بعض الأحيان و تبعاً لطبيعة المعده يكون الغسيل الكيميائى هو الحل الوحيد العملى لها.

النظافة الكيميائية التقليدية بالأحماض المعدنية الغير عضويه :-

تجرى عملية الغسيل الكيميائى الحامضى على الوجه التالى:-

- تجهيز دائرة الغسيل الكيميائى والتأكد من سلامتها وكمية الحامض المضاف .
 - تشغيل التدوير والتقليب ومراقبة التفاعل الكيميائى.
 - بعد الانتهاء تفرغ الدائرة وتملاء بالماء.
 - تجرى عملية الشطف بتدوير وتقليب الماء ثم يطرد الماء.
 - تجرى عملية المعادلة De-oxidation / Neutralization .
 - تفرغ الدائرة وتملئ بماء جديد.
 - تجرى عملية التثبط Passivation بإضافة إل Passivators المناسب وتجرى عملية التدوير والتقليب.
 - تفرغ الدائرة تماماً ، و تشطف بالماء مره اخرى.
 - تجرى عمليات التفتيش الهندسى للتأكد وتقييم نجاح عملية النظافة.
- يتم تنفيذ الغسيل الكيميائى بالأساليب الآتية:-

Circulation Cleaning

Fill and Soak Cleaning

Cascade Cleaning

Foam Cleaning

Vapor Phase Cleaning

Steam – Injected Cleaning

- النظافة بالتدوير والتقليب

- النظافة بالملئ والتشبع

- النظافة بالتدفق الشلالى

- النظافة بالرغوة

- النظافة بالطور البخارى

- النظافة بالحقن البخارى

يستخدم فى الغسيل الكيميائى على وجه العموم المواد الكيميائية الآتية:-

- أحماض غير عضوية (غسيل حامضى) Inorganic or Mineral acids (Acidizing)
- أحماض عضوية Organic acids or Non-mineral acids
- مواد قلوية /قاعدية (غسيل قلوى) Alkaline Wash
- عوامل أكسده Oxidizing Agents
- مذيبات عضويه Organic Solvents
- عوامل اختزال Reducing agents
- مكونات فائقة التعقيد Complexing agents
- (Chelants & Sequestrants)

الأحماض المستخدمة فى هذا النوع من النظافة الكيميائية المعروف بالغسيل الحامضى (Acidizing or Acid

Wash) هى أحماض شرسه مثل حامض الكبريتيك – حامض الهيدروكلوريك – حامض النيتريك – حامض الهايدروفلوريك – حامض السلفاميك – حامض السلفونيك – وهذه الأحماض غير صديقه للبيئة أو الإنسان ويجب الاحتراس وأخذ الحذر عند التعامل مع مثل هذه الأحماض.

وحيث أن جميع هذه الأحماض الشرسه تهاجم المعادن بشرائه متفاوتة وتسبب تأكسدها وتآكلها بالصدأ، لذلك يجب إضافة مواد كيميائية مقاومه للصدأ إليها ، فى محاولة لمواجهة هذا النشاط المتلف. وسوف نتناول كيفية اختيار مقاوم الصدأ المناسب لاحقا ، حيث تدخل عده عوامل مختلفه تصعب عمليه الاختيار. و اخير الإزالة تأثير الأحماض من على الأسطح المعدنية تتم أجراء عمليات المعادله (Neutralization) والتثبيط (Passivation) .

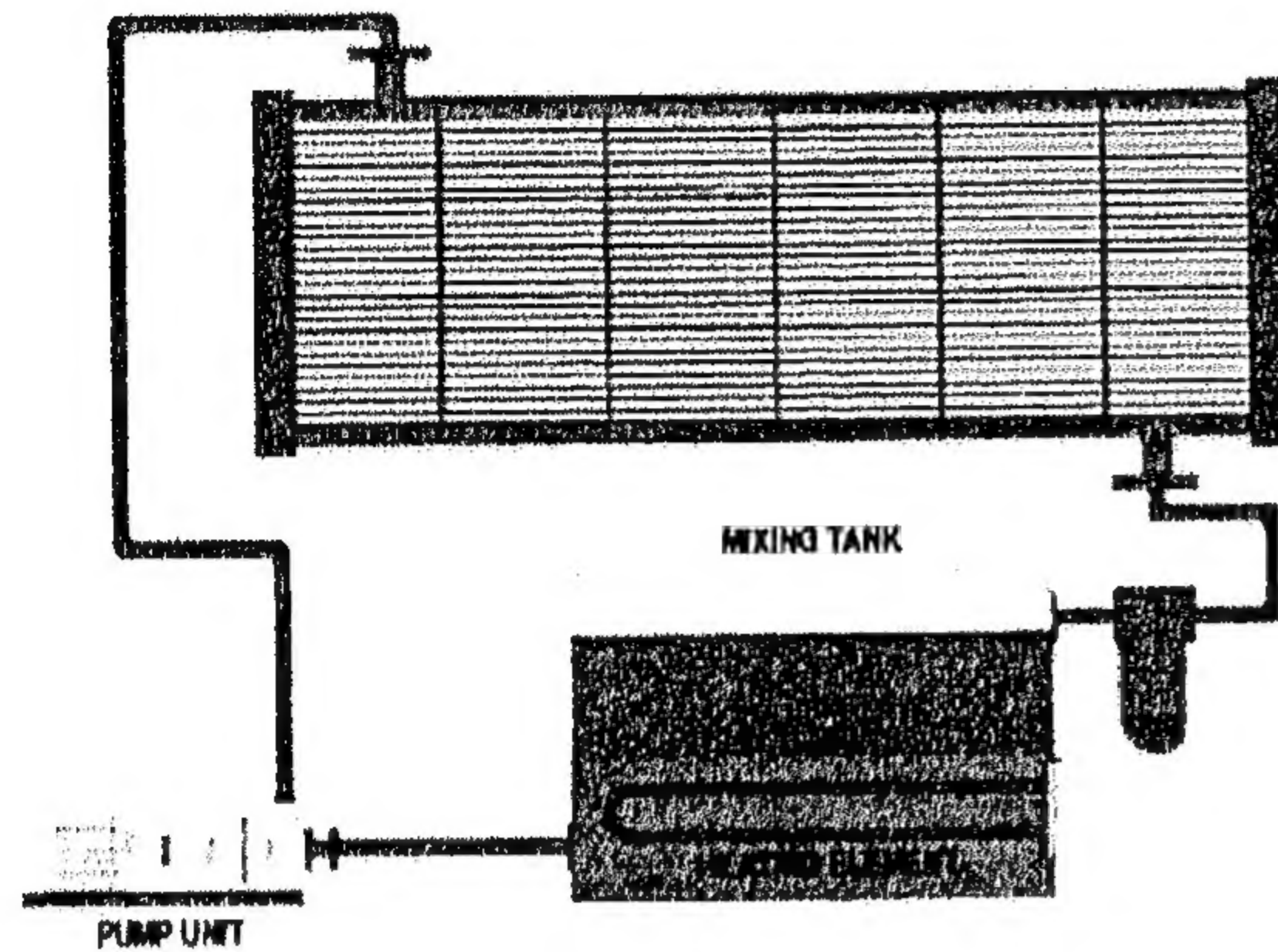
السلبيات التى يعانى منها الغسيل الكيميائى:

- تعرض المعده للصدأ والتلف نتيجة لأستخدام أحماض شرسه والأستخدام الخاطى لبعض الإضافات الكيميائية.
- حتمية أستخدام مواد كيميائية، المفترض أنها مانعه للصدأ "Corrosion Inhibitors" إلا أن عدم التحكم فى كميتها وفعاليتها وتأثيرها يؤدى إلى نتائج عكسيه مدمره للمعهده ، كما سيلي بيانه وشرحه.
- الأحماض والأضافات الكيميائية المانعه للصدأ والمذيبات ، مواد ذات طبيعه خطره ومضره بالبيئه والإنسان وذلك لأنها سامه وقد تسبب الوفاة.

لا تذوب فى الماء عند التخلص منها ، وتترسب فى جسم الإنسان، فيؤدى ذلك الى الاضرار بصحة الإنسان والحيوان، لذلك يستلزم التخلص من نواتجها أتحاذ اجراءات سلامه محدده ولازمه طبقا لتعليمات الأمن وحمايه سلامة البيئة المحليه والدوليه ، وقد يؤدى ذلك إلى زيادة اعباء تكاليف اجراء الغسيل الحامضى

Most common types of heat exchangers

FIXED TUBE BUNDLE - CLEANING SHELL SIDE



U TUBE BUNDLE - CLEANING TUBE SIDE

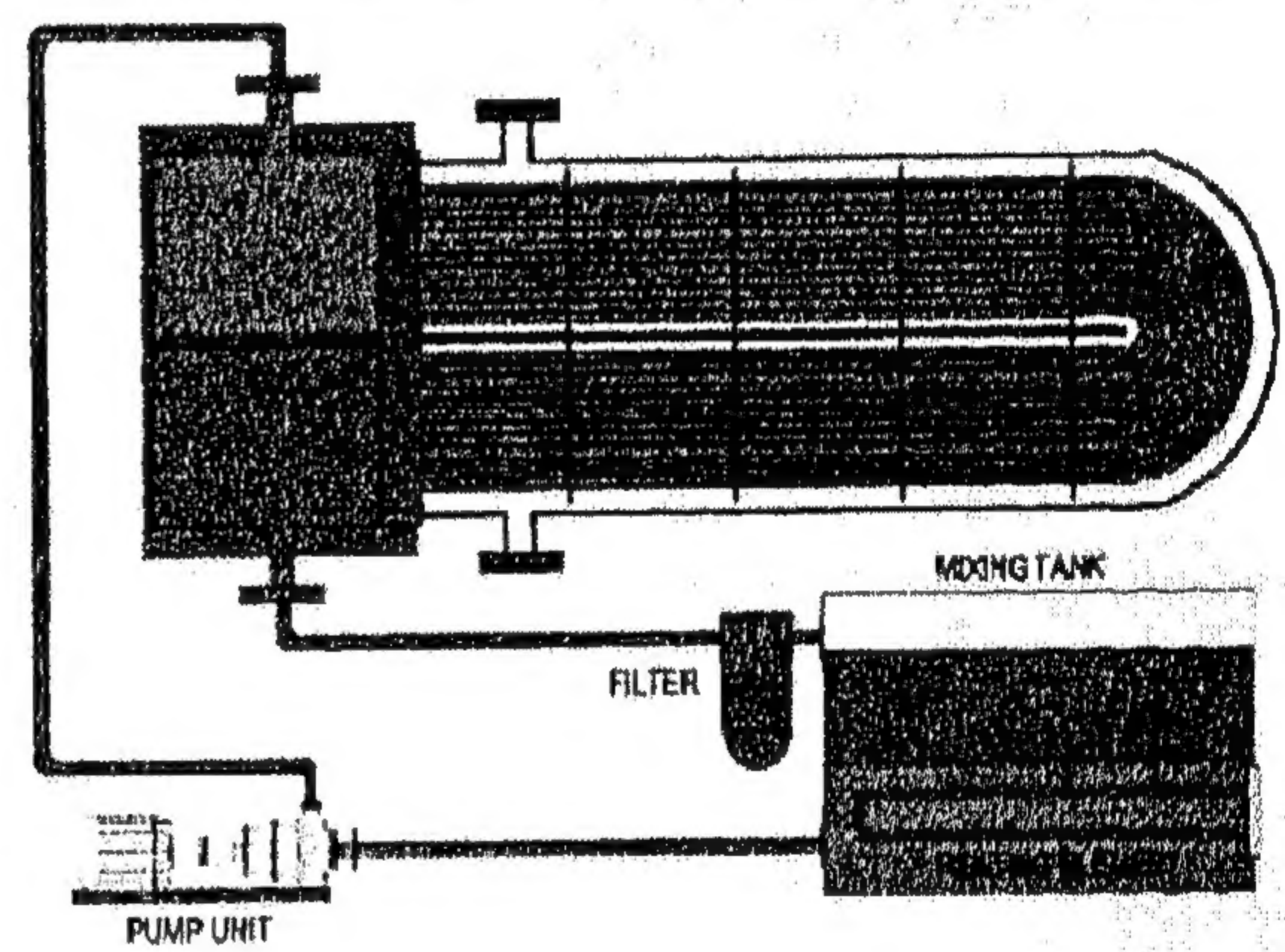
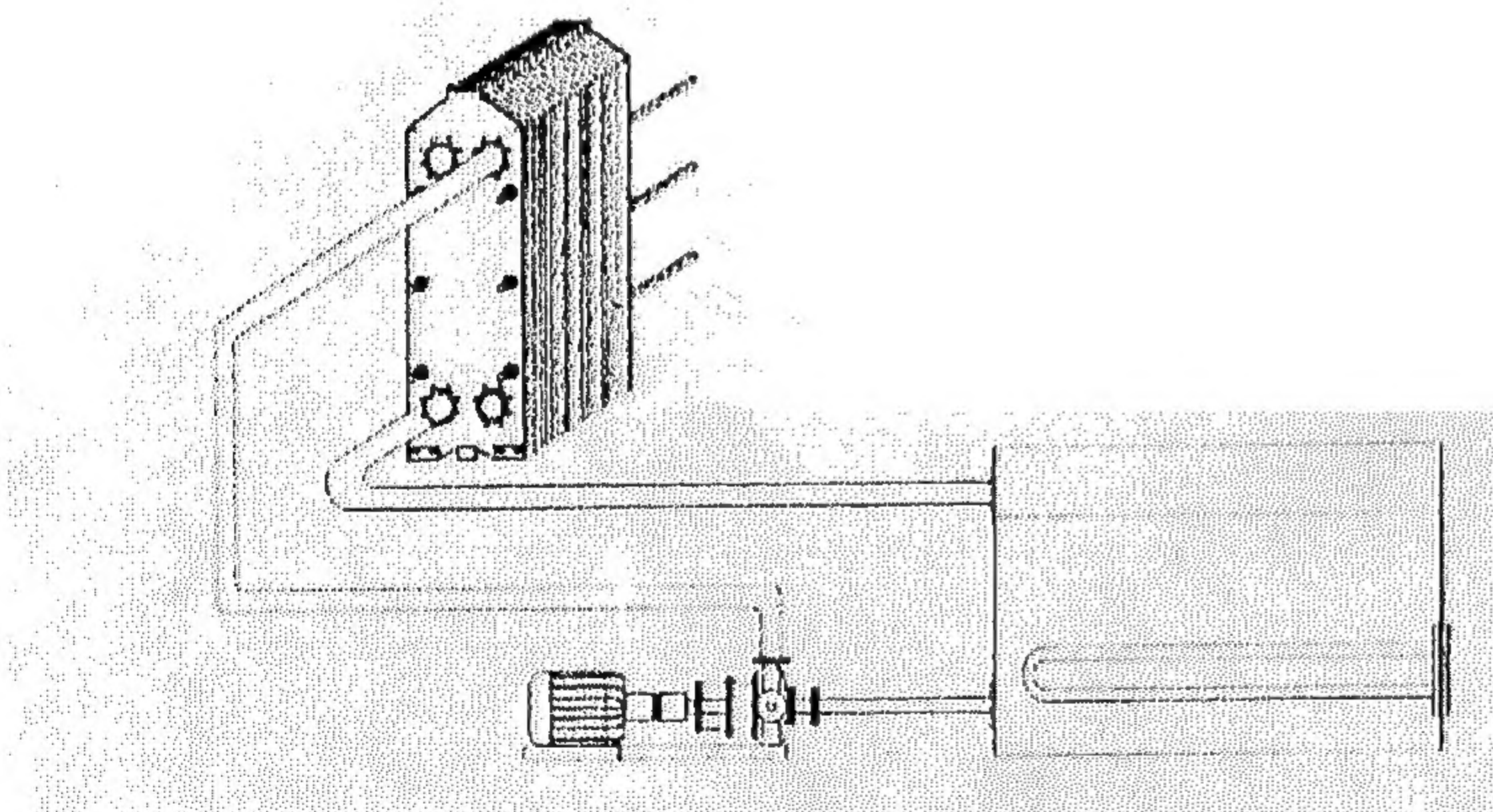


PLATE HEAT EXCHANGER



مقاوم الصدأ المناسب (Corrosion Inhibitor C.I.) والعوامل المقيدة في الاختيار:

❖ معدل التآكل بالصدأ Corrosion Rate يتناسب طرديا مع شدة التيار الكهربى المتولد من خلية الصدأ و عليه يمكن تقدير هذا التيار من العلاقة الرياضيه الآتية:-

$$I_{\text{corrosion}} = \frac{E - (E_a \# E_c)}{R}$$

where:

$I_{\text{corrosion}}$	= Current in corrosion cell
E	= Potential difference of Open Cell
E_a	= Anodic Polarization
E_c	= Cathodic Polarization
R	= Resistance

❖ مقاوم الصدأ المناسب يجب أن يكون قادرا على خفض قيمة (I) أو زيادة قيمة (E_a) أو (E_c) أو R .

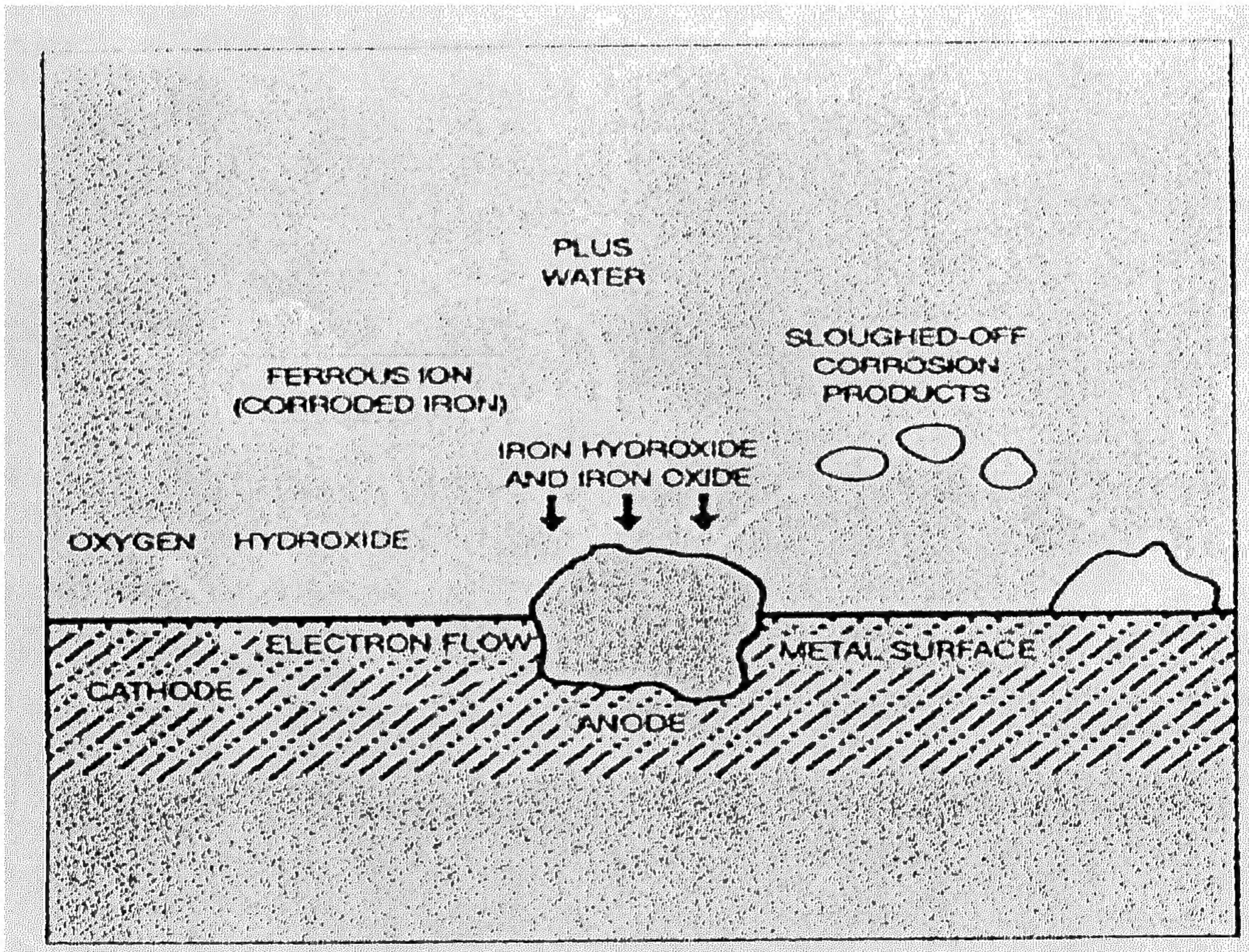


Figure 30-1. Classic steel corrosion cell.

❖ كذلك يرتبط معدل التآكل بالصدأ (Corrosion Rate) بقوة محلول الحامض المؤكسد كما هو مبين من شكل

الـ (Active-Passive Polarization S Curve) .

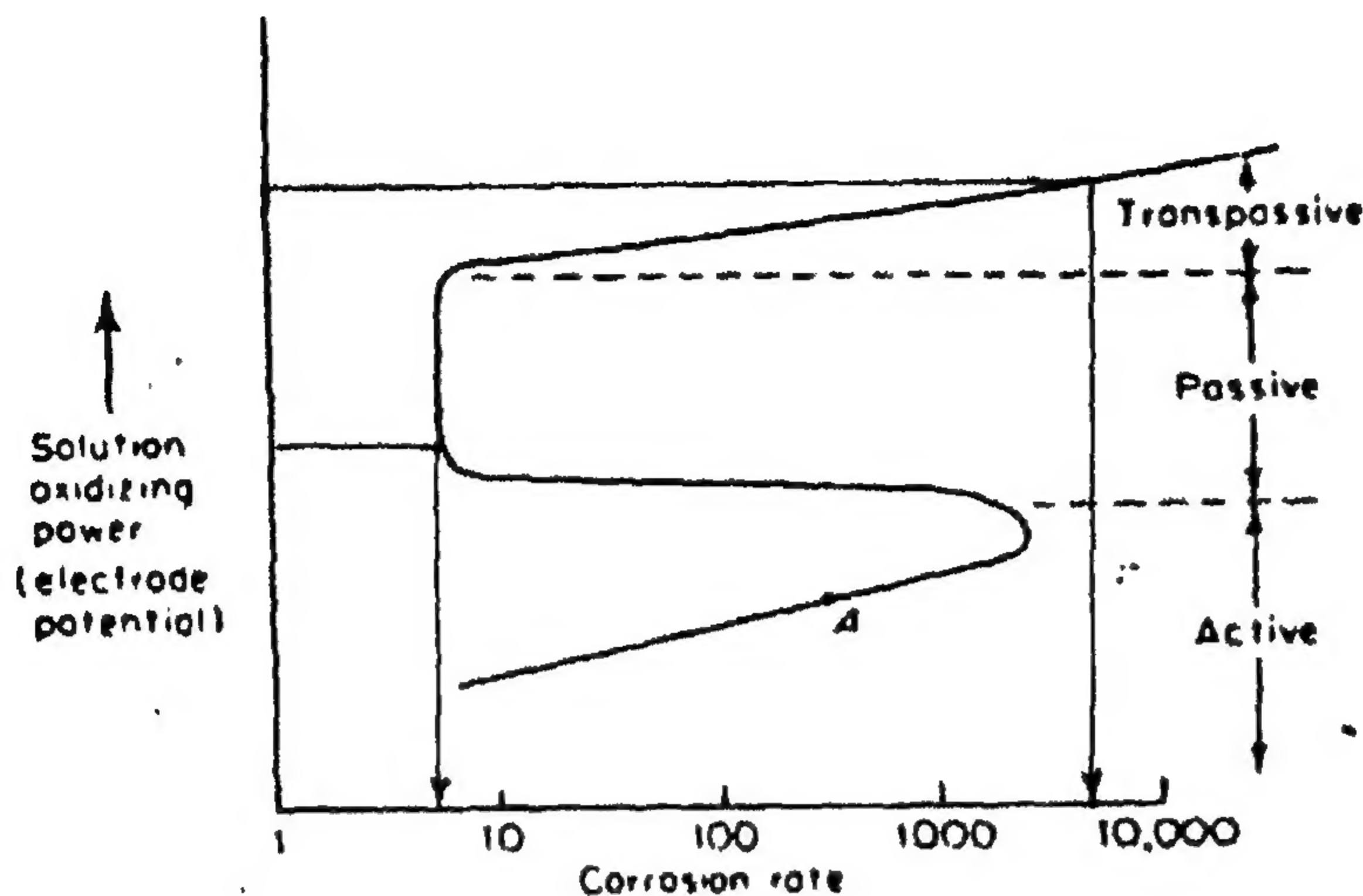


Fig. 3.6 Corrosion characteristics of an active- passive metal as a function of solution oxidizing power (electrode potential).

❖ يشترط وجود مقاوم الصدأ (C.I) في المحلول الحامضي بقدر و فاعليته مناسبة لجعل قوة محلول الحامض

المؤكسد (Solution Oxidizing Power) عند المستوى الذي يجعل سطح المعدن في حالة سالبة دائما (Passive State) ، فيكون معدل الصدأ ال Corrosion Rate في هذه الحالة في ادنى قيمه له. أما إذا تغىي مقداره أو فاعليته بالنقصان أو الزيادة ، فإن ذلك يؤدي إلى زيادة مضطرده جدا في معدل التآكل بالصدأ. وحيث أن لا يمكن التحكم بدقه في نسب هذه الكيماويات المعالجه لاسطح المعدن (C.I.) ، كما أن التجارب قد أثبتت أنه لا يمكن ضمان إتمام عملية معالجة تأثير الأحماض على سطح المعدن بالكامل بنفس المعدل ، فتأثيرها في هذه الحالة يكون معاكس وضار حيث يتسبب في أنتقال سطح المعدن من الحالة السالبة (Passive) إلى الحالة النشطة المدمره (Active) و يرتفع معدل تآكل الصدأ الى معدلات عاليه ، ينتج عنها الانهيار السريع (التلف) لسطح معدن المعده . (Corrosion Engineering - MARS G. FONTANA)

❖ مقاومات الصدأ الأنودية (Anodic Inhibitors) مثل مجموعة الكرومات (Chromate Group) فعاله اذا

ما تم استخدامها في الحدود المذكورة عاليه ، لكنها تصبح خطيره اذا نقص تركيزها عن الحد الأدنى للأمان، فتسبب زيادة معدل التآكل بالصدأ والنقر في المعدن. كما أنه لو زاد تركيزها عن الحد الأقصى للأمان، تسبب زيادة رهيبه في معدل التآكل بالصدأ وتلف معدن المعده. (M. Fontana)

❖ مقاومات الصدأ الكاثودية (Cathodic Inhibitors) ضعيفه في فاعليتها وأقل خطوره عن المقاومات

الأنودية ، إلا أنها باهظة الثمن مما يجعل استخدامها محدود على بعض التطبيقات (M.Fontana)

(٧)

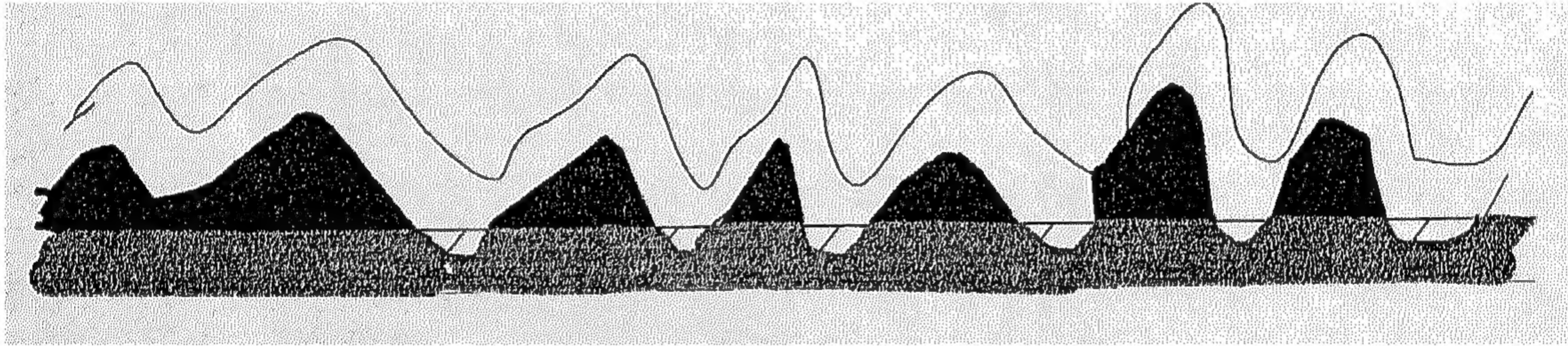
❖ معظم مقاومات الصدأ مثل – مجموعات الكرومات – النترات – الفوسفات – البنزوات – الفورمالدهايد – المورفولين – البايريدين – الكوينولين – الداى بنزين لها درجات سمية متفاوتة ، لذلك لا يجب استخدامها اذا كان هناك احتمال أن تختلط محاليلها عند صرفها مع المياه أو تجمعات مياه الشرب كما أن قوانين وتعليمات حماية البيئة تلزم التخلص من هذه الملوثات بالوسائل التى تشترطها والتى تكون مكلفة.

(Oilfield Water Technology – A.G.OSTROFF)

❖ تم اجراء بحوث علميه وتجارب عديدة لموضوع مقاومات الصدأ (C.I.) ولم تنتهى إلى شئ محدد فمعظم نتائجها تعتمد على الافتراض والاحتمال ، ولم يكشف النقاب بعد عن الغموض الذى يحيط بكيفية وأسباب تاثير مقاومات الصدأ على تحول سطح المعدن من الحاله السالبه إلى الحاله النشطه المدمره

(Corrosion & Water Technology – Lloyd W. Jones). Active-Passive transformation

❖ لا يمكن التحكم بدقه فى نسب كيمائيات ال (C.I.) اثناء التفاعل الكيمائى. كما انه لا يمكن ضمان أو التحكم فى اتمام عمليه التفاعل الكيمائى للحامض على سطح المعدن بالكامل و بنفس المعدل ، و ذلك لاختلاف كميته ترسبات الاملاح و القشور من مكان الى آخر على سطح المعدن كما هو موضح فى الشكل الآتى :-



❖ لتجنب هذه الألفاظ المعميات ، يفضل استعمال أنظمه غسيل كيمائى غير شرسه وغير مسببه لصدأ سطح المعادن ، وبذلك تنتفى الحاجه إلى استخدام مقاومات الصدأ المذكوره عاليه مع كل ما تسببه من مخاطر ومتاعب .

❖ مما هو جدير بالذكر ان هذه النوعيه من الاحماض ، و خاصه حامض الهيدروكليك ، لها تاثير ضار جدا بسطح

الصلب الغير قابل للصدأ ، و خاصه فى اماكن خطوط اللحامات عند منطقه ال Heat Affected Zone

(HAZ) ، حيث تتعرض هذه المناطق بعد تأثرها بالحامض ، الي التلف بواسطه ظاهره

. "Synthesized Stress Corrosion Cracking" (SSCC)

❖ و قد ثبتت خطوره هذا الامر خلال صيانه المفاعلات النوويه بالولايات المتحده الامريكيه ، مما استدعى البحث عن بديل آمن لهذه الاحماض الشرسه يكون له نفس قوه و فعاليه هذه الاحماض المعدنيه فى التعامل مع الترسبات و الملوثات ، دون التعامل مع اسطح المعادن ، بالاضافه الى كونه غير ضار بالبيئه و الصحة العامه. و بذلك يمكن استخدامها بفاعليه كبيره و امان تام فى عمليات الصيانه الوقائيه

(٨)

فى اعقاب حادثه المفاعل النووى المذكور ، تم تطوير تقنيات الغسيل الكيميائى بالتوصل الى مركبات كيميائيه تعتمد اساسا فى تركيبها على مكونات مجاميع الكربوكسائل " Carboxylic Group " ، بعد معالجت مكوناتها و مركباتها الكيميائية المختلفه لتصبح لها خاصيه التفاعل الشديد مع جزئى الاكسجين الموجود فى :-

الترسبات و الملوثات العضويه مثل ال :-

الزيوت المعدنيه - الشحومات - بعض الكربون بلاك - الاسفلت - الرواسب الهيدروكربونيه - الشمع - الايبوكسيات و اللدائن الغير مبلمره (Non-polymerized Resins & Epoxies) - الزيوت المصنعه.

و كذلك الترسبات الغير عضويه مثل ال :-

كربونات الكالسيوم - سلفات الكالسيوم - سلفات الباريوم - سلفات الراديوم - سلفات السترونتيوم - اكاسيد نحاس - اكاسيد الحديد المختلفه (صدا ، هيماتيت ، ماجنيتايت)

بما ان التفاعل الكيميائى يحدث مع الترسبات فقط التى تتراكم داخل المعدات الهندسيه او حزم مواسير المبادلات الحراريه Tube Bundles دون التأثير على السطح المعدنى للمعدنه الهندسيه ، بذلك يمكن الاستغناء عن استخدام المركبات الكيميائية مثل ال (Corrosion Inhibitors , Passivators , Neutralizers) ، التى يلزم و لا بد من استخدامها اذا استعمل فى الغسيل الكيميائى احماض لها خاصيه التفاعل مع المعادن مثل :-
الاحماض المعدنيه الآتيه :-

حامض الكبريتيك (H₂SO₄) - حامض هايدروكلوريك (HCl) - حامض هايدروفلوريك (HF) - حامض نيتريك (HNO₃) - حامض فوسفوريك (H₃PO₄) - حامض سلفاميك (HSO₃.NH₂)
او الاحماض العضويه الآتيه :-

حامض السيتريك - حامض الفورميك - حامض الهيدرواسيتيك - مركب ال داي - ايثايل - ثايوريا .

(BETZ Handbook)

هكذا امكن تلافي اهم سلبيات و مشاكل النظافه او الغسيل الحامضى التقليدى التى تؤثر على معدن المعدنه الهندسيه ، و كذلك التخلص من استخدام المواد المضره بسلامه البيئه و الصحة العامه للانسان .

و لهذا فان مركبات النظافه الكيميائيه المتقدمه يجب ان تجتاز بنجاح الاختبارات التى تحددها الهيئات العالميه مثل

For Biodegradability Data & Bioaccumulation Potential: OECD-301D & 306 & 117.

For Toxicity Data: OECD 203-EPA/600/4-85/013 & NS-EN ISO 10253, 1998

ISO/DIS 14669, 1997 & ASTM E 1367 -90

(CORPEX Handbook)

مميزات المنظفات الكيميائية الصناعية المتقدمة

تتميز المنظفات الكيميائية الصناعية المتقدمة بالخواص الأساسية الآتية :-

User & Environment Friendly

١ - صديقه للبيئة و الإنسان حيث انها :-

Water Based

• ذات اسس مائي

Bio-Degradable

• تتحلل تلقائيا في الماء عند التخلص منها

Non-Toxic

• غير سامه طبقا للمواصفات العالميه

Non-Flammable

• غير قابله للاشتعال

Non-Volatile

• لا تتبخر في الهواء

Non-Polluting

• لا تسبب التلوث البيئي

ب - صديقه للمعدن او الماكينه حيث انها :-

Non-Corrosive

• لا تسبب اكسده او صدأ الأسطح المعدنيه

Non-Caustic

• لا تحتوي علي قلويات حارقه او مسببه للشروخ

Non-Chlorine Containing

• لا تحتوي علي ماده الكلورين السامه و المسببه للشروخ

يمكن خلط مركبات مختلفه من نفس المجموعه لازاله عده انواع مختلفه من الترسبات في نفس الوقت ، دون الاخلال بوظائفها او اتلاف معدن المعدن.

ج - التفاعل الشديد و التأثير الفعال على معظم الترسبات و الملوثات و القشور (scales) العضويه و الغير

عضويه الآتية ، دون التأثير على سطح معدن المعدن او الماكينه:-

• ١ - الترسبات و الملوثات العضويه :-

المواد الدهنيه - الشحومات الصناعيه - الزيوت المختلفه - السوائل الهيدروكاربونييه - الترسبات الكربونييه - القطران - الأسفلت - الأحبار - المذيبات - الصمغيات - الشمع - البرافين - البويات و الدهانات - المنتجات الزيتيه - الكريوزوت.

• ب - الترسبات و الملوثات الغير عضويه :-

جميع انواع اكاسيد الحديد مثل منتجات الصدأ او الهيماتايت او المجنيتايت - ترسبات كربونات الكالسيوم - سولوفات الكالسيوم - هيدروكسيد الماغنسيوم - اكاسيد النحاس - اكاسيد الألومنيوم - فوسفات الزنك - سولوفات الباريوم - سولوفات الراديوم - سولوفات السترنيتيوم - مركبات الألومنيوم - الأصداق و القواقع و الحيوانات البحريه الدقيقه.

المعدات الهندسية و الصناعات التي تستفيد من تطبيق النظافة الصناعيه الكيميائيه المتقدمه

١ - المعدات الهندسيه :-

- المبادلات الحراريه بجميع انواعها كال : سخانات – مبردات - مكثفات – مبخرات – محمصات – المبادلات الحراريه ذات الألواح (Plate Heat Exchangers) .
- المفاعلات و وحدات المعالجه الصناعيه و أبراج التكسير .
- غلايات توليد البخار و السخانات الحراريه (Fired Heaters & Boilers) .
- صهاريج التخزين و التتكات و شبكات خطوط المواسير و الفلاتر .
- محركات الديزل و الاحتراق الداخلي

ب - الصناعات :-

- المفاعلات النوويه.
- معامل تكرير البترول.
- مراكز تجميع خام البترول و الغاز و خاصه بالمناطق النائيه و المناطق التي يصعب الوصول لها بسهولة.
- المنصات البحريه لاستخراج و تجميع خام البترول و الغاز.
- مصانع تسييل الغاز الطبيعي و البترولي .
- مصانع البتروكيماويات.
- محطات توليد الطاقه الكهربائيه.
- محطات تحليه المياه (بالتقطير او الضغط الاسموزي) .
- السفن و العائمات البحريه.
- محركات الديزل و الاحتراق الداخلي في مختلف الصناعات.
- مصانع الورق و النسيج و الصباغه.

تطبيقات نظام النظافه الكيمياءيه المتقدمه عالميا و محليا :-

❖ جارى استخدام هذا النظام حاليا بكفاءه عاليه فى المنصات البحريه ووحدات البحث عن و انتاج البترول و معامل التكرير و مصانع تسييل الغاز الطبيعى و البترولى فى منطقه الخليج العربى بدوله الامارات العربيه المتحده و دوله قطر و الكويت و سلطنه عمان و جمهوريه ايران .
كذلك انتشر استخدام هذا النظام فى بحر الشمال باوريا و الولايات المتحده و اليابان ، و فى دول جنوب شرق اسيا.

❖ محليا ، يعتبر هذا النظام جديد فى السوق المصرى ، الا انه تم استخدام النظام بنجاح كبير و حقق الاغراض و الاهداف المرجوه منه فى غسيل و تنظيف دوائر الحريق و مياه التبريد فى العديد من السفن . و كذلك فى غسيل دوائر التبريد المفتوح و المغلق فى ال Cylinder Heads & Cylinder Blocks لوحدات ديزل بحرى قدره ٢٠٠٠ حصان مما ادى الى رفع كفاءتها الحراريه الى المستوى الاصلى و رفع قدرتها على الاداء.

❖ جارى حاليا فى بعض شركات البترول بالاسكندريه ، التجهيز لاحلال المنظفات الكيمياءيه المتقدمه فى اغراض تنظيف كابلات و وايرات الحديد للوناش و معدات الرفع و ازاله الشحوم من عليها لتجهيزها للفحص و اختبارات التفتيش الهندسي ، و ذلك بدلا من المذيبات الهيدروكاربونييه القابله للاشتعال مثل الكيروسين و السولار و البنزين و النفط ، و التى تم منع استخدامها فى هذا الغرض بمعرفه شركات البترول العالميه ، تماشيا مع تعليمات الامن و السلامه والحفاظ على البيئه الدوليه.

دراسة جدوي استعمال منتجات النظافة الصناعية الكيميائية المتقدمة

أ - الجدوي العملياتي :-

نظرا للخواص المتميزة السابق ذكرها ، و التي توفرها منتجات النظافة الصناعية الكيميائية المتقدمة للإنسان و البيئة ، لذا يمكن استخدامها بأمان تام في اغراض النظافة الكيميائي للمعدات و الماكينات باماكن تواجدها سواء في المصنع او السفينة ، و دون الحاجة لحملها او فكها و نقلها من مكانها ، كما كان يحدث في الغسيل الكيميائي التقليدي ، و بذلك يمكن الاستغناء عن الأعمال الآتية :

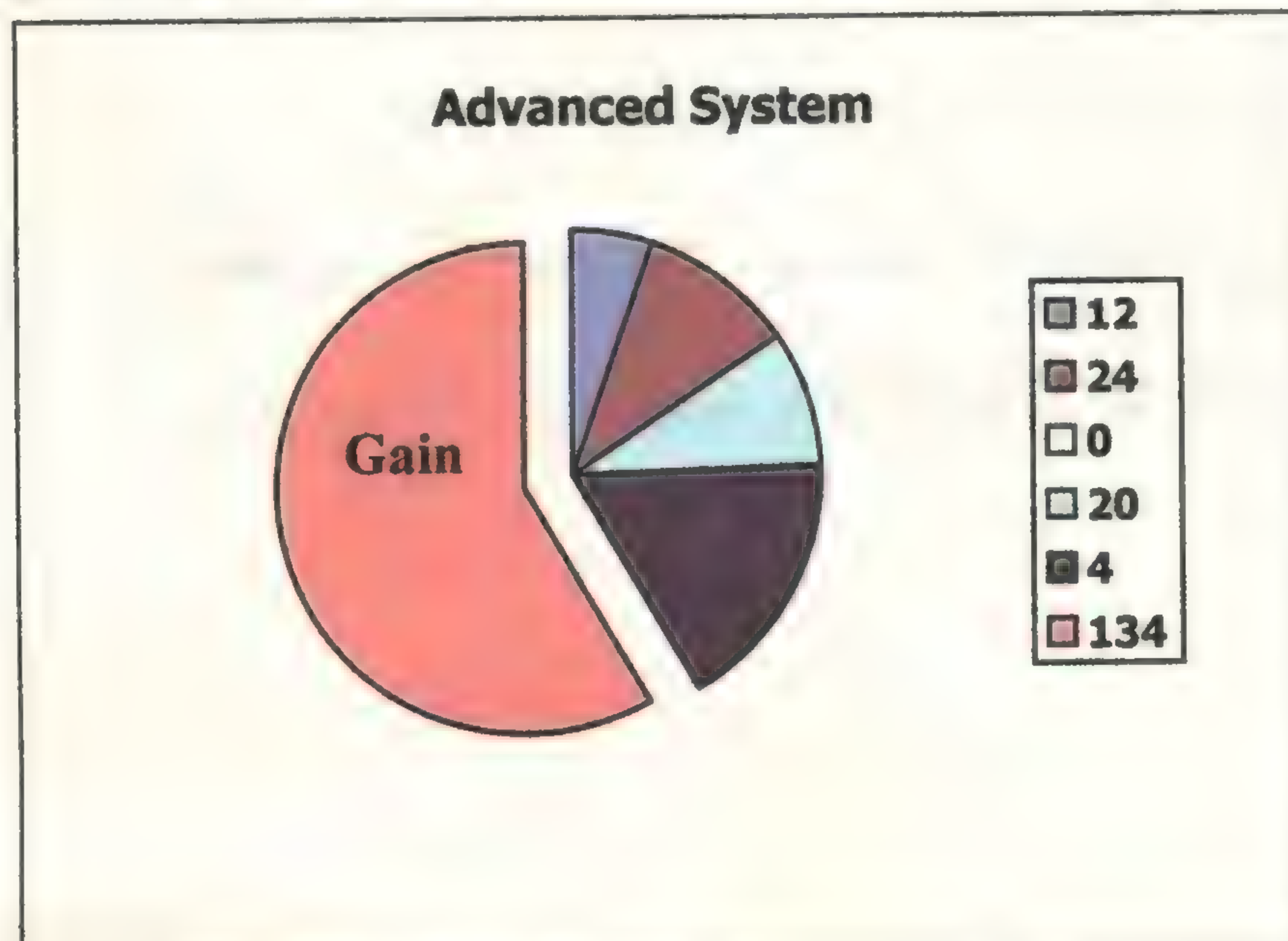
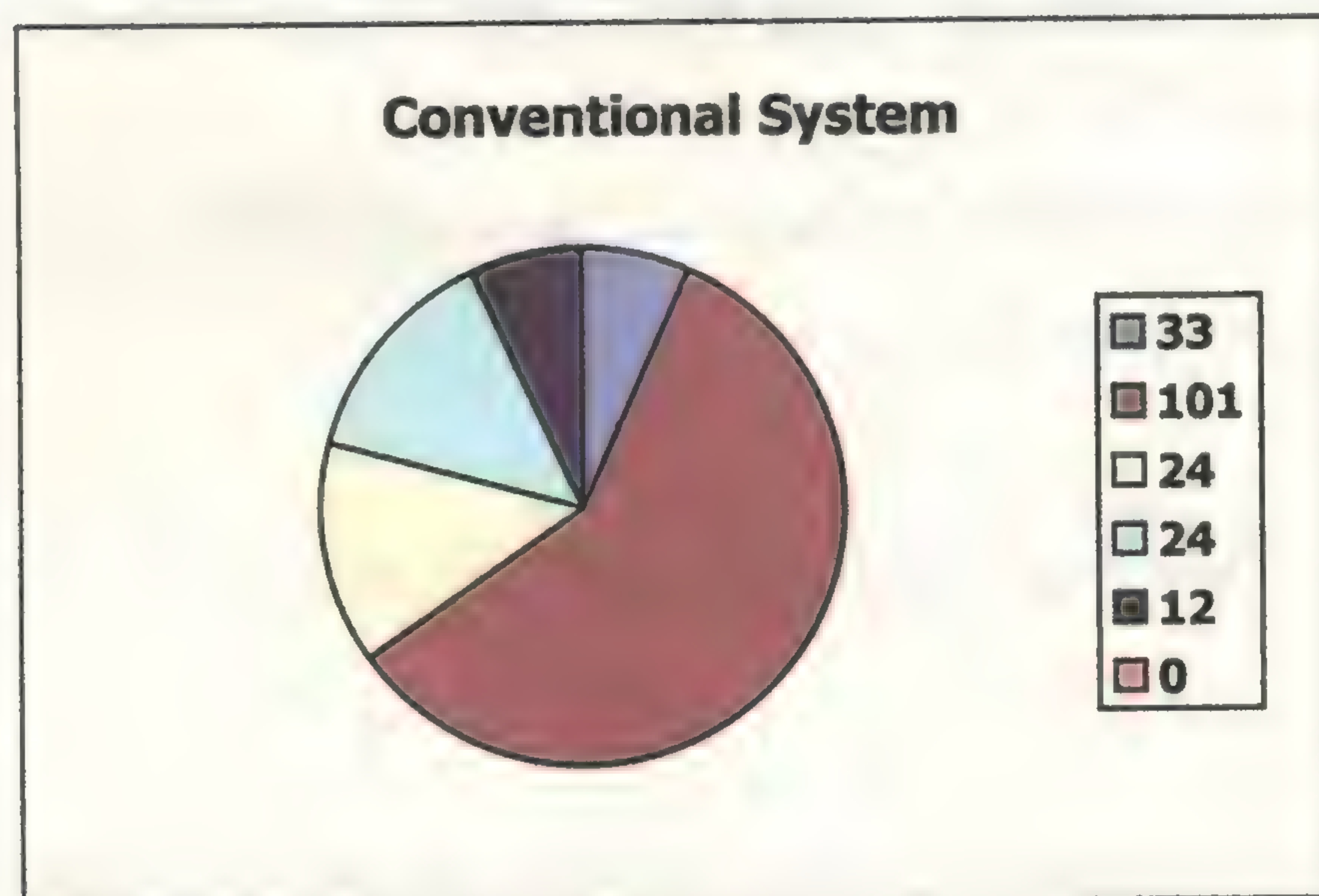
- ١ - حل و فك المواسير و الأجهزة المرتبطة او المحيطه بالمعدة.
- ٢ - حل و فك المعدة من علي قواعدها في مكان تواجدها.
- ٣ - نقل و حمل المعدة من مكانها الي خارج الوحدة ، ثم نقلها الي الورشه التي سيتم فيها التعامل معها.
- ٤ - فك المعدة بالورشه لاجراء حزمه المواسير من داخل جسم او غلاف المعدة الهندسيه .
- ٥ - بعد الانتهاء من التعامل مع المعدة ، سواء بالنظافه الميكانيكيه ، او النظافه الكيميائيه التقليديه يصير اعاده تجميع المعدة و حملها و نقلها و تركيبها في مكانها ، مع الوضع في الاعتبار الاجهادات الميكانيكيه التي تتعرض لها المعدة اثناء ذلك.
- ٦ - الاستغناء عن استعمال الأوناش و وسائل الرفع و الانتقال في جميع المراحل المذكوره بعاليه.

ب - الجدوي الفنيه :-

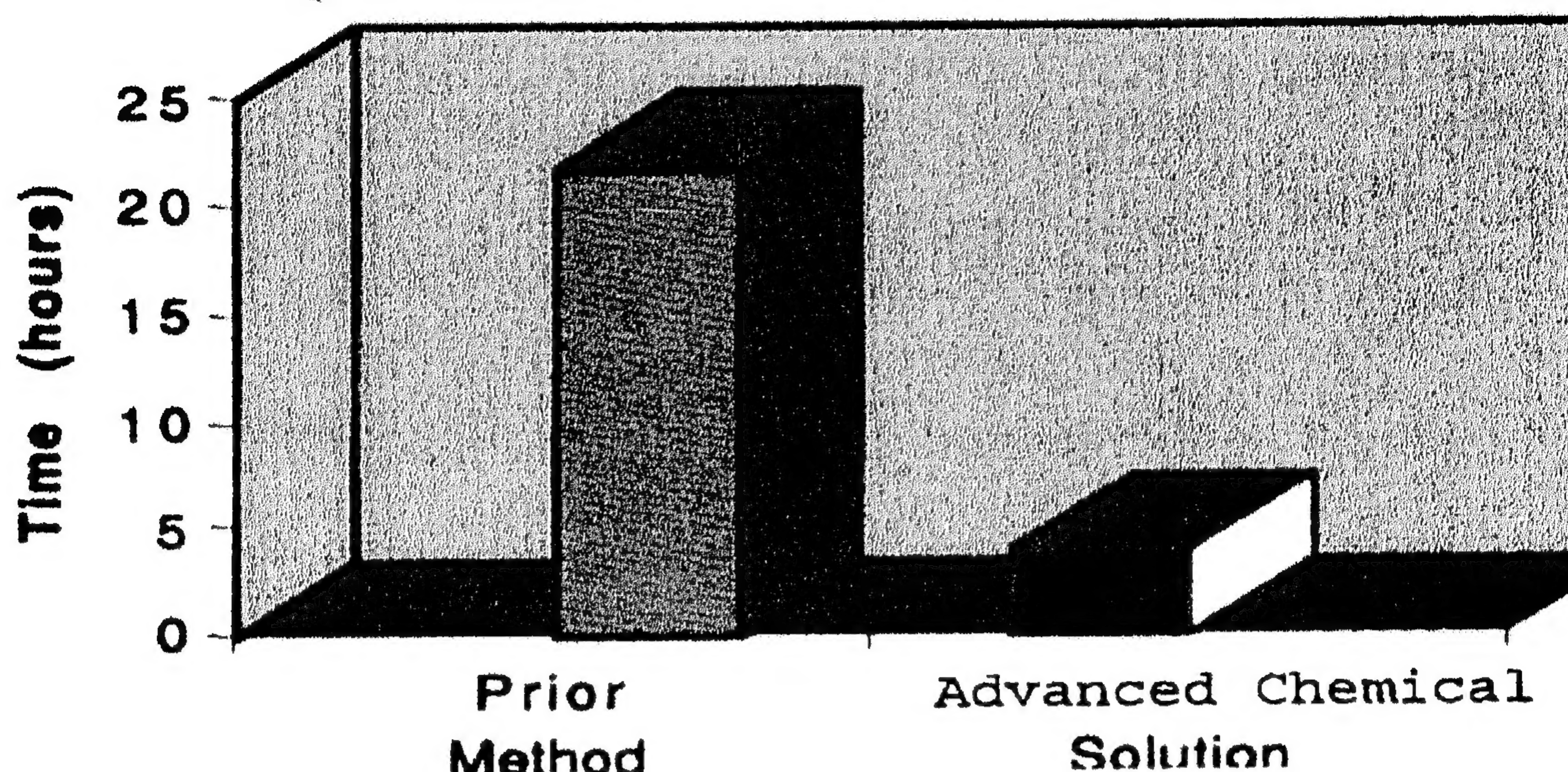
- ١ - عدم تعرض المعدة للاجهادات الميكانيكيه اثناء فك و نقل و اعاده تركيب المعدة ، مما يترتب عنه احتمال حدوث شروخ او تلفيات في جسم المعدة او حزمه المواسير.
- ٢ - عدم تعرض المعدة لنشاط كيميائي متلف او مؤكسد لاسطحها ، حيث أن التعامل الكيميائي ، عند استخدام هذه المنتجات ، يتم مع ذرات اكسجين الأكاسيد و الأملاح المترسبه فقط و دون المعدن .
- ٣ - الاستغناء عن استعمال الإضافات الكيميائيه مثل مقاومات الصدأ Corrosion Inhibitors الي محاليل الأحماض التقليديه الغير عضويه ، اللازمه لمقاومه التأثير الحمضي المسبب للصدأ ، كذا الإضافات اللازمه لاجراء عمليات التعادل ، و التثبيط ، منع و الأكسده لالسطح المعدنيه.
- ٤ - عدم تعرض الفنيين القائمين بالعمل ، للاخطار التي يترض لها عامه العاملين بالغسيل الكيميائي التقليدي.
- ٥ - عدم تعرض البيئة للتلوث ، كما يحدث اثناء الغسيل الكيميائي التقليدي عند التخلص من نواتج هذا الغسيل ، مما كان يستلزم معه اتخاذ اجراءات خاصه و مكلفه للتخلص من هذه النواتج الضاره بالبيئة.

Time Analysis between Conventional and Advanced Chemical Cleaning Systems
(Economical Advantage Highlight)

Activities	Conventional Cleaning (hour)	Advanced Cleaning (hour)
Mechanical Preparation & Dismantling	33	12
Cleaning Activities	101	24
Mechanical Refitting	24	0
Pressure Test, Inspection, Tubes Plugging	24	20
Final Installation and boxing up	12	4
Total Time Duration	194	60
Time Saved	0	134



Comparison of Heat Exchanger



ج - الجدوى الأقتصادية ، و تدعيم و زياده القدره التنافسيه :-

استعمال النظافه الكيميائيه المتقدمه يحقق للمصنع او الوحده الانتاجيه قيمه اقتصاديه مضافه
Economic Added Value ناتجه عن :-

١ - اطاله العمر الافتراضى للمعدنه ناتج عن الحفاظ على سلامتها اثناء الغسيل دون حدوث ضرر او تلف بها.

٢ - توفير فى تكاليف الصيانه ، و تقصير الوقت اللازم لها كما هو موضح فى الجدوى العملياته و الفنيه المذكوره سابقا و كما هو مبين بالشكل عاليه .

٣ - الاستفادة من هذا الوقت المكتسب و استثماره فى رفع كفاءه المعدنه الهندسيه و زياده انتاجيه المصنع و تدعيم قدرتها التنافسيه و تحقق القيمه الاقتصاديه المضافه المرجوه للوحده الانتاجيه.

٤ - نرى مما سبق ذكره ان تطبيق نظام النظافه الكيميائيه المتقدمه للوحدات الانتاجيه يساعد على:-

- رفع مؤشر الصيانيه لها Increase Maintainability Index
- تحسين معامل الاعتماديه Improve Reliability Factor
- تحقيق معدل مرتفع لتواجديه المعده الهندسيه Confirm High Availability Rate

٥- معاملات الكفاءه المطوره و المحسنه المذكوره عاليه ، تساهم في تدعيم و زياده القدره التنافسيه للوحده الانتاجيه حيث يكون المصنع قادرا على تلبيه متطلبات السوق المحلي و العالمى في الوقت الذى يحدده العميل ، و بالجوده العاليه التنافسيه المطلوبه على المستوى الدولى لتدعيم متطلبات و شروط التجاره الخارجيه .

بذلك تتحقق قيمه اقتصاديه مضافه للوحده الانتاجيه ، و هو ما تهدف له الأنظمه الاداريه

المتقدمه فى المجالات الصناعيه و التجاره الخارجيه و الاقتصاديه الحديثه.

ختاما ، نامل ان نكون قد وفقنا فى ايضاح مميزات تقنيات النظافه الصناعيه الكيميائيه المتقدمه و دورها فى خدمه و تطوير الصناعه المصريه عامه ، و الصناعات البترولييه و الغازات و البتروكيماويات على وجه الخصوص ، و المساهمه فى تدعيم و زياده قدراتها التنافسيه على المستوى الاقليمى و الدولى.

و الله الموفق.

مهندس استشارى / تيمور مراد

المراجع References

- **Corrosion & Water Technology For Petroleum Producers .**
By: Lloyd W. Jones
(Oil & Gas Consultants International, Inc.)
- **Corrosion Engineering**
By : Mars G. Fontana
(McGraw-Hill Publishing Co.)
- **Encyclopedia For Corrosion Technology.**
By : Philip A. Sweitzer
(Marcel Dekker, Inc.)
- **A Working Guide to Shell & Tube Heat Exchangers.**
By : Stanley Yokell
(McGraw-Hill Publishing Co.)
- **Betz-Dearborn Handbook.**
- **EuroCorpex Handbook & Products Main Safety Data Sheets**

ESEN-CPS-BK-0000001009-ESE

00466462